

# Анализ угольной базы Кузбасса для выбора сырья для технологии получения пеков\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-3-62-65>

## ЧЕРКАСОВА Т.Г.

Доктор хим. наук, профессор,  
директор Института химических  
и нефтегазовых технологий  
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный  
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

## НЕВЕДРОВ А.В.

Канд. техн. наук, доцент,  
доцент Института химических  
и нефтегазовых технологий  
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный  
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: nevedrov@kuzstu.ru

## ПАПИН А.В.

Канд. техн. наук, доцент,  
доцент Института химических  
и нефтегазовых технологий  
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный  
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: pav.httt@kuzstu.ru

В статье рассматривается процесс термического растворения органической массы каменных углей в антраценовом масле с целью получения пекоподобных продуктов. Пековые продукты являются ценным сырьем для производства углеродных волокон и в производстве электродов. Проведенные ранее исследования по термическому растворению каменных углей в антраценовом масле показали, что для данного процесса наиболее подходящим сырьем являются каменные угли марок Г, ГЖ и Ж. Был проведен анализ угольной базы Кемеровской области – Кузбасса с целью выбора источников сырья для технологии получения пеков. Из проведенного анализа следует, что в Кузбассе на сегодняшний день имеются 28 предприятий (шахт и разрезов), которые добывают угли марок Г, ГЖ и Ж. Наиболее подходящими источниками углей этих марок являются те, которые имеют низкую зольность, отражательную способность витринита до 1% и максимально возможную толщину пластического слоя угля.

**Ключевые слова:** уголь, антраценовое масло, пекоподобный продукт, пек, термическое растворение, углеродные волокна.

**Для цитирования:** Черкасова Т.Г., Неведров А.В., Папин А.В. Анализ угольной базы Кузбасса для выбора сырья для технологии получения пеков // Уголь. 2023. № 3. С. 62-65. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-3-62-65.

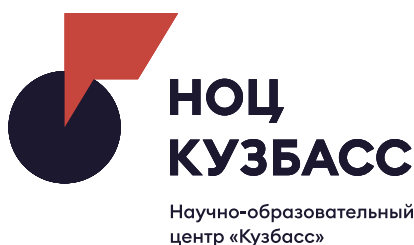
## ВВЕДЕНИЕ

Углеродные волокна, полученные из пекового сырья, имеют наибольший выход волокна из сырья, обладают высокой прочностью и упругостью [1]. В связи с этим, несмотря на низкую степень отработанности технологии и отсутствие ее внедрения в России, производство углеродных волокон из пекового сырья является перспективным направлением.

В последнее время в России и в мире в целом наблюдается снижение производства каменноугольного пека [2, 3]. Для покрытия дефицита каменноугольного пека для электродной промышленности и производства пековых углеродных волокон наиболее перспективным направлением развития промышленного производства является получение пекоподобных продуктов по технологии термического растворения углей.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При термическом растворении твердых горючих ископаемых происходят распад их органической массы и образование низкомолекулярных соединений, переходящих в раствор и газовую



\* Исследование выполнено за счет гранта Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2022-1193).

фазу. В случае направленности процесса термического растворения углей на получение пекоподобных продуктов в качестве целевых продуктов возможно осуществление процесса при пониженной температуре. Метод термического растворения углей может осуществляться без применения водорода и катализаторов и является относительно простым в технологическом оформлении [4].

Гумусовые угли различных марок по растворимости в органических растворителях располагаются в следующей последовательности: Г, Д, Ж, К, антрацит, графит. Растворимость углей снижается с увеличением содержания углерода.

Процесс термического растворения угля осуществляется при температурах 350–450°C. Регулирование термических реакций возможно осуществлять путем подбора подходящего растворителя, который, стабилизируя радикальные частицы, способствует превращению органической массы углей в жидкие и растворимые вещества [5].

Для процесса термического растворения углей в качестве растворителей предпочтительно использовать продукты самого процесса термического растворения или легко регенерируемые соединения. Эффективным растворителем углей является антраценовое масло, содержащее активные компоненты-соразтворители [6]. Его действие связано с присутствием доноров водорода (аценаф-

тена, дигидроантрацена, флуорена, карбазола), переносчиков водорода (фенантрена, флуорантена), а также соединений с сольватирующими свойствами (хинолина, индола, фенола).

В Кузбассе находится большое количество углей, в результате переработки которых возможно получать каменноугольные пеки и пекоподобные продукты. По объемам добычи угля в России Кузбассу принадлежит безусловное лидерство. Здесь добывают свыше 50% всего отечественного угля и 72% углей коксующихся марок. Всего в Кузбассе по итогам 2021 г. добыто 243,1 млн т, в том числе 156 млн т – открытым способом и 87,1 млн т – подземным [7]. Углей энергетических марок добыто 171,4 млн т, и 71,7 млн т – коксующихся углей. За 2021 г. углеперерабатывающими предприятиями Кузбасса (обоганительные фабрики, обоганительные установки, сортировки) переработано 189,7 млн т угля, в том числе 71,0 млн т коксующегося. Доля перерабатываемого угля от добычи составила 78%.

Следует отметить, что в Кузнецком бассейне ведется добыча углей всех марок, включая бурые и антрациты.

Наиболее подходящим сырьем для процесса термического растворения являются каменные угли марок Г, ГЖ, Ж. В качестве растворителя органической массы углей наиболее эффективным является антраценовое масло [8, 9, 10, 11].

### Объемы добычи и запасы углей на предприятиях Кемеровской области

Volumes of coal production and reserves of the Kemerovo region operations

| Предприятие                   | Объем добычи, млн т | Марка угля | Балансовые запасы, млн т |
|-------------------------------|---------------------|------------|--------------------------|
| Разрез «Талдинский»           | 12,8                | ГЖ, Г      | 598                      |
| Шахта им. Кирова              | 5,7                 | Г, ГЖ      | 170                      |
| Шахта «Комсомолец»            | 2,4                 | Г          | 77                       |
| Шахта «Полысаевская»          | 2,3                 | Г          | 44                       |
| Шахта им. 7 ноября            | 2,7                 | Г          | 34                       |
| Шахта «Заречная»              | 2,9                 | Г          | 300                      |
| Шахта «Чертинская-Коксовая»   | 0,9                 | Ж          | 71                       |
| Шахта «Костромовская»         | 2,5                 | Ж          | 144                      |
| Шахта «Кыргайская»            | 1,4                 | Г          | 173                      |
| Шахта «Юбилейная»             | 0,8                 | Ж          | 77                       |
| Шахта «Усковская»             | 2,6                 | ГЖ         | 163                      |
| Шахта «Абашевская»            | 0,1                 | Ж          | 135                      |
| Шахта «Есаульская»            | 1,3                 | Ж, ГЖ      | 118                      |
| Шахта «Ерунаковская-8»        | 3,0                 | Ж, ГЖ      | 49                       |
| Шахта «Полосухинская»         | 3,0                 | Ж, ГЖ      | 103                      |
| Шахта «Антоновская»           | 0,9                 | ГЖ         | 29                       |
| Шахта «Большевик»             | 1,6                 | ГЖ         | 33                       |
| Участок «Отвальный-Южный № 2» | 5,7                 | Г          | 14                       |
| Разрез «Ольжерасский»         | 0,5                 | ГЖ         | 14                       |
| Шахта «Распадская»            | 5,7                 | Ж, ГЖ      | 511                      |
| Разрез «Распадский»           | 4,4                 | ГЖ         | 101                      |
| Разрез «Акташский»            | 1,2                 | Г          | 39                       |
| УОР Шахта «Дальние горы»      | 0,3                 | Г          | 99                       |
| Шахта «Увальная»              | 2,5                 | Г, ГЖ, Ж   | 217                      |
| Шахта «Карагайлинская»        | 1,5                 | Ж          | 90                       |
| Шахтоучасток «Октябрьский»    | 2,5                 | Г          | 158                      |
| Шахта «Талдинская-Южная»      | 1,0                 | Г          | 63                       |
| Шахта им. С.Д. Тихова         | 2,0                 | Ж          | 141                      |

С целью определения сырьевой базы для получения каменноугольных пеков и пекоподобных продуктов из углей были проведены обзор и анализ имеющихся в Кемеровской области – Кузбассе месторождений каменных углей марок Г, ГЖ и Ж и предприятий, осуществляющих их добычу.

Всего в Кемеровской области работают 28 разрезов и шахт, добывающих угли марок Г, ГЖ, Ж [12]. Сводные данные по объемам запасов и добычи предприятиями Кемеровской области представлены в таблице.

На выход пековых продуктов при термическом растворении углей большое влияние оказывают следующие свойства угля: степень углефикации, петрографический состав.

Наиболее надежными характеристиками свойств угля, которые можно использовать при прогнозировании величины конверсии его органической массы в хинолинрастворимые вещества, являются отражательная способность витринита, выход летучих веществ, содержание углерода и температура  $T_{max}$ , при которой происходит основное выделение летучих веществ при пиролизе [5]. Зависимость конверсии от указанных параметров свойств углей носит экстремальный характер. Наиболее высокие показатели по конверсии имеют среднemetаморфизован-

ные спекающиеся каменные угли с показателем отражения витринита 0,80-0,90, содержанием витринита более 70%, углерода – 83–86%, выходом летучих веществ – 35-39% и с температурой  $T_{max} = 465-475^{\circ}\text{C}$ .

Как следует из *таблицы*, в Кемеровской области сосредоточено большое количество угледобывающих предприятий, реализующих угли марок Г, ГЖ и Ж, пригодных для проведения процессов термического растворения и получения синтетического аналога каменноугольного пека. Для определения наилучших источников угля для терморазложения необходимо проводить исследование углей комплексом физико-химических методов, включающих в себя определение следующих показателей качества: содержание общей влаги, зольность, выход летучих веществ, величина пластического слоя и пластометрической усадки, индекс вспучивания, отражательная способность витринита.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно проведенному литературному обзору, основными критериями при выборе углей для получения пеков как сырья для производства связующего для электродов и сырья для получения углеродных волокон являются: низкая зольность (чем ниже, тем лучше), отражательная способность витринита до 1% и максимально возможная толщина пластического слоя углей.

### Список литературы

1. Коротеева Л.И. Технология и оборудование для получения волокон и нитей специального назначения. М.: ИНФРА-М, 2019. 288 с.
2. Сидоров О.Ф., Селезнев А.Н. Перспективы производства и совершенствование потребительских свойств каменноугольных электродных пеков // Российский химический журнал. 2006. Т. 1. № 1. С. 16-25.
3. Рудыка В.И., Малина В.П. Сталь, кокс, уголь в 2010 году и далее – состояние, посткризисные прогнозы и перспективы // Кокс и химия. 2010. № 12. С. 2-11.
4. Получение альтернативных пеков из углей / П.Н. Кузнецов, Е.Н. Маракушина, Ф.А. Бурюкин и др. // Химия в интересах устойчивого развития. 2016. № 24. С. 325-333.
5. Термическое растворение углей ряда метаморфизма в антраценовой фракции смолы коксования: анализ корреляционных связей с химико-технологическими свойствами углей / П.Н. Кузнецов, В.А. Сафин, Б. Авид и др. // Химия твердого топлива. 2021. № 2. С. 3-12.
6. Андрейков Е.И. Получение нефтекаменноугольных пеков совместной дистилляцией каменноугольной смолы и тяжелой смолы пиролиза // Кокс и химия. 2010. № 8. С. 39-46.
7. Добыча угля в Кузбассе в 2021 г. увеличилась на 10%. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/news/coal/721858-dobycha-uglya-v-kuzbasse-v-2021-g-velichilas-na-10/> (дата обращения: 15.02.2023).
8. Valuable products from coal tar / I.S. Vetoshkina, V.S. Solodov, S.P. Subbotin et. al. // Coke and Chemistry. 2019. Vol. 62. No 2. P.66-68.
9. Solution of coking coal in the anthracene fraction of coal tar at PAO Koks / I.S. Vetoshkina, V.S. Solodov, S.P. Subbotin и др. // Coke and Chemistry. 2019. Vol. 62. No 6. P. 245-248.
10. Investigation on chemical and structural properties of coal- and petroleum derived pitches and implications on physico-chemical properties / G. Russo, A. Giajolo, F. Stanzione et. al. // Fuel. 2019. Vol. 245. P. 479-486.
11. Tailor-made C-CL bond towards rapid homogeneous stabilization of low-softening-point coal tar pitch / Guoli Zhang, Taotao Guan, Juncheng Wu et al. // Fuel. 2020. No 284. P. 1-9.
12. Список угольных предприятий России. 2021. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_угольных\\_предприятий\\_Российской\\_Федерации#Кемеровская\\_область](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_угольных_предприятий_Российской_Федерации#Кемеровская_область) (дата обращения: 15.02.2023).

Original Paper

UDC 662.749.33 © T.G. Cherkasova, A.V. Nevedrov, A.V. Papin, 2023  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2023, № 3, pp. 62-65  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-3-62-65>

### Title

ANALYSIS OF THE KUZBASS COAL BASE FOR SELECTION OF RAW MATERIALS FOR THE PITCH PRODUCTION TECHNOLOGY

### Authors

Cherkasova T.G.<sup>1</sup>, Nevedrov A.V.<sup>1</sup>, Papin A.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation

### Authors Information

**Cherkasova T.G.**, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Director of the Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, e-mail: [ctg.htnv@kuzstu.ru](mailto:ctg.htnv@kuzstu.ru)

**Nevedrov A.V.**, PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, e-mail: [nevedrov@kuzstu.ru](mailto:nevedrov@kuzstu.ru)

**Papin A.V.**, PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Institute of Chemical and Oil and Gas Technologies, e-mail: [pav.httt@kuzstu.ru](mailto:pav.httt@kuzstu.ru)

### Abstract

The article discusses the process of thermal dissolution of the organic mass of coal in anthracene oil in order to obtain baking-like products. Baking prod-

ucts are valuable raw materials for the production of carbon fibers and in the production of electrodes. Earlier studies on the thermal dissolution of coal in anthracene oil have shown that the most suitable raw materials for this process are coal grades G, GJ and Zh. The analysis of the coal base of the Kemerovo region – Kuzbass was carried out in order to select the sources of raw materials for the technology of obtaining pitches. The analysis showed that in Kuzbass today there are 28 enterprises (mines and sections) that extract coals of the G, GJ and Zh grades. The most suitable sources of coals of these brands are those that have a low ash content, the reflectivity of vitrinite up to 1% and the maximum possible thickness of the plastic layer of coal.

### Keywords

Coal, Anthracene oil, Pitch-like product, Pitch, Thermal dissolution, Carbon fibers.

## References

1. Koroteeva L.I. Technology and equipment for the production of fibers and threads for special purposes. Moscow, INFRA-M Publ., 2019, 288 p. (In Russ.).
2. Sidorov O.F. & Seleznev A.N. Prospects of production and improvement of consumer properties of coal electrode pitches. *Rossiyskij khimicheskij zhurnal*, 2006, Vol. 1, (1), pp. 16-25. (In Russ.).
3. Rudyka V.I. & Malina V.P. Steel, coke, coal in 2010 and beyond – state, post-crisis forecasts and prospects. *Koks i Khimiya*, 2010, (12), pp. 2-11. (In Russ.).
4. Kuznetsov P.N., Marakushina E.N., Buryukin F.A. & Ismagilov Z.R. Obtaining alternative pitches from coal. *Khimiya v interesakh ustojchivogo razvitiya*, 2016, No. 24, pp. 325-333. (In Russ.).
5. Kuznetsov P.N., Safin V.A., Avid B., Kuznetsova L.I., Purevsuren B. & Ismagilov Z.R. Thermal dissolution of coals of a series of metamorphism in the anthracene fraction of coking resin: analysis of correlations with chemical and technological properties of coals. *Khimiya tveyordogo topliva*, 2021, (2), pp. 3-12. (In Russ.).
6. Andreikov E.I. Obtaining of oil-coal pitches by joint distillation of coal tar and heavy pyrolysis resin. *Koks i Khimiya*, 2010, (8), pp. 39-46. (In Russ.).
7. Coal production in Kuzbass increased by 10% in 2021, 2022. [Electronic resource]. Available at: URL:m <https://neftegaz.ru/news/coal/721858-dobycha-uglya-v-kuzbasse-v-2021-g-uvlechilas-na-10/> (accessed 15.02.2023). (In Russ.).
8. Vetoshkina I.S., Solodov V.S., Subbotin S.P., Vasileva E.V., Cherkasova T.G. & Nevedrov A.V. Valuable products from coal tar. *Coke and Chemistry*, 2019, Vol. 62, (2), pp. 66-68.

9. Vetoshkina I.S., Solodov V.S., Subbotin S.P., Cherkasova T.G., Vasileva E.V. & Nevedrov A.V. Solution of coking coal in the anthracene fraction of coal tar at PAO Koks. *Coke and Chemistry*, 2019, Vol. 62, (6), pp. 245-248.
10. Russo G., Giajolo A., Stanzione F. et al. Investigation on chemical and structural properties of coal- and petroleum derived pitches and implications on physic-chemical properties. *Fuel*, 2019, (245), pp. 479-486.
11. Guoli Zhang, Taotao Guan, Juncheng Wu et. al. Tailor-made C-CL bond towards rapid homogeneous stabilization of low-softening-point coal tar pitch. *Fuel*, 2020, (284), pp. 1-9.
12. List of coal enterprises of Russia, 2021. [Electronic resource]. Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_coal\\_enterprises\\_Russia\\_federation#Kemerovo\\_region](https://ru.wikipedia.org/wiki/List_of_coal_enterprises_Russia_federation#Kemerovo_region) (accessed 15.02.2023). (In Russ.).

## Acknowledgements

The research was financially supported by a grant from the Russian Ministry of Education and Science (Agreement No. 075-15-2022-1193).

## For citation

Cherkasova T.G., Nevedrov A.V. & Papin A.V. Analysis of the Kuzbass coal base for selection of raw materials for the pitch production technology. *Ugol*, 2023, (2), pp. 62-65. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-2-62-65.

## Paper info

Received February 7, 2023

Reviewed February 15, 2023

Accepted February 27, 2023

Оригинальная статья

УДК 662.613.654.1:669.85 © Т.Г. Черкасова, Е.В. Черкасова, А.В. Тихомирова, А.А. Головачев, 2023

## Редкие элементы в отходах углепереработки Кузбасса\*

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2023-3-65-68>

При сгорании и обогащении углей образуются шлаковые и шламовые отходы, являющиеся источником загрязнения окружающей среды. Вместе с тем эти техногенные образования можно рассматривать как лежащий на поверхности источник ценных компонентов, используемых в высокотехнологичных производствах и имеющих высокую добавленную стоимость. Для оценки содержания редких элементов выполнен анализ золошлаковых и шламовых отходов некоторых предприятий теплоэнергетики и обогатительных фабрик Кемеровской области – Кузбасса. Настоящая работа посвящена результатам изучения шламов одного из предприятий Кузбасса – ПАО ЦОФ «Березовская». Исследования показали возможность и перспективность комплексной переработки отходов с последовательным извлечением ряда компонентов, в том числе редких и редкоземельных элементов.

**Ключевые слова:** уголь, золошлаки, угольные шламы, элементный анализ, редкие и редкоземельные элементы.

**Для цитирования:** Редкие элементы в отходах углепереработки Кузбасса / Т.Г. Черкасова, Е.В. Черкасова, А.В. Тихомирова и др. // Уголь. 2023. № 3. С. 65-68. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-3-65-68.

**ЧЕРКАСОВА Т.Г.**

Доктор хим. наук, профессор,  
директор Института химических  
и нефтегазовых технологий  
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный  
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: ctg.htnv@kuzstu.ru

**ЧЕРКАСОВА Е.В.**

Канд. хим. наук, доцент,  
доцент Института химических  
и нефтегазовых технологий  
ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный  
технический университет имени Т.Ф. Горбачева»,  
650000, г. Кемерово, Россия,  
e-mail: chev.htnv@kuzstu.ru

\* Исследование выполнено за счет гранта Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2022-1194).